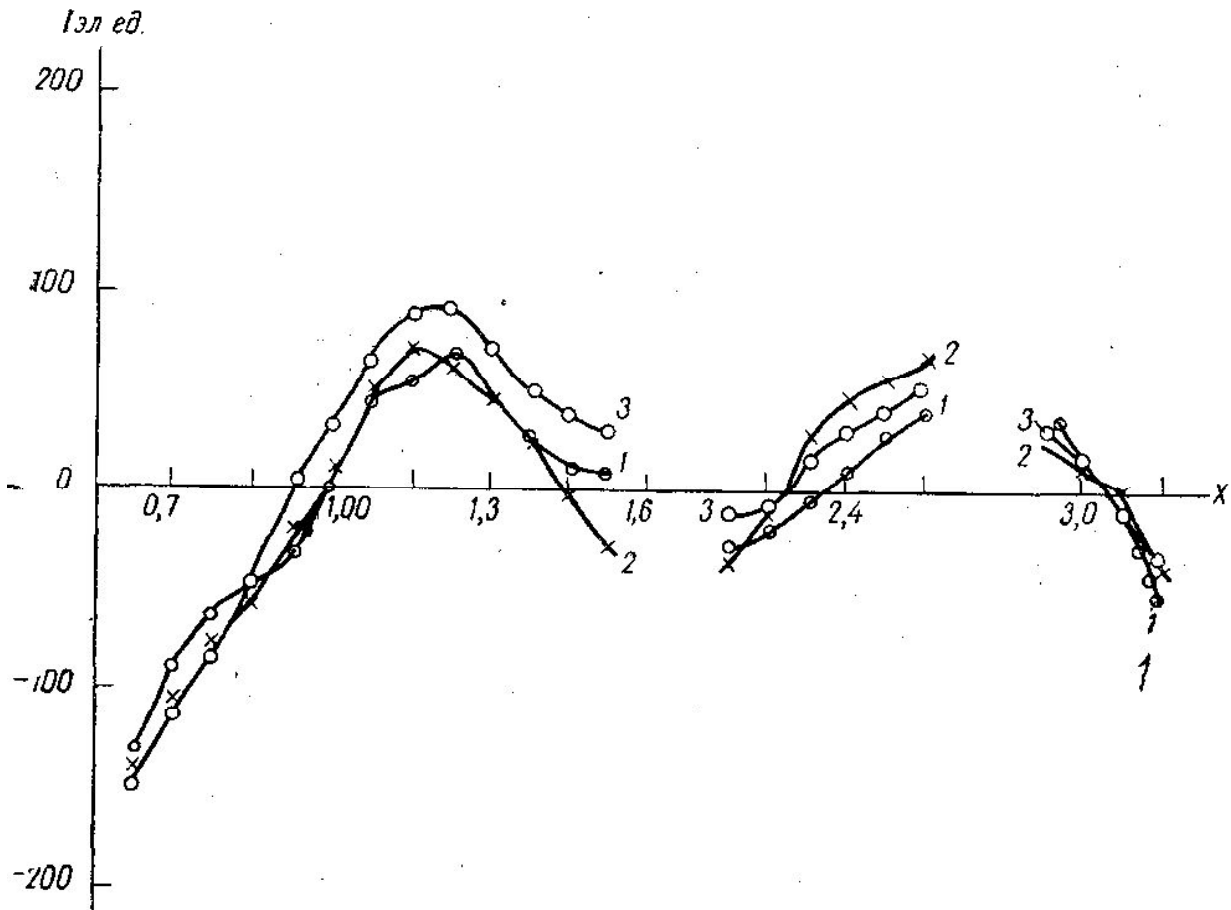


Я. И. ГРАЕВСКАЯ, А. П. ЗВЯГИНА

ТЕПЛОЕМКОСТЬ, ДИФфуЗНОЕ РАССЕЯНИЕ И  
БЛИЖНИЙ ПОРЯДОК  $\alpha$ -СПЛАВОВ Cu—Sn

В настоящее время влияние упорядочения сплавов на их физические свойства несомненно.

В настоящей работе установлено существование ближнего порядка в широко используемых на практике сплавах Cu—Sn в области  $\alpha$ -фазы, а также определены величины параметров порядка и статических смещений. Для исследования процесса упорядочения измерялись диффузное рассеяние рентгеновских лучей и истинная теплоемкость сплавов Cu с 5,5; 6,6 и 8 ат. % Sn.



Интенсивность диффузного рассеяния рентгеновских лучей для сплавов Cu—Sn ( $x=2a \sin \theta/\lambda$ ): 1 — 5,5; 2 — 6,6; 3 — 8 ат. % Sn

Образцы, использованные для рентгеновских и тепловых измерений, были приготовлены из одних и тех же слитков сплавов, полученных из чистых (99,96%) металлов в тигельной печи под шлаком KCl, а затем гомогенизированных.

Диффузное рассеяние рентгеновских лучей измерялось для образцов, отожженных при температуре 650°C в течение двух часов с последующей закалкой в вакуумное масло и выдержкой при комнатной температуре в течение трех месяцев. Измерения были проведены на установке УРС-50И на медном излучении, монохроматизированном кристаллом кремния. Измерения теплоемкости сплавов проводились в адиабатическом калориметре [1].

Результаты рентгеновских исследований показаны на рисунке в виде кривых интенсивности диффузного рассеяния рентгеновских лучей для сплавов Cu—Sn. Интенсивность дана в электронных единицах после вычитания вкладов теплового, комptonовского, двойного брегговского рассеяния, лауэвского фона, а также части, соответствующей квадратичным статическим смещениям. Параметр квадратичных смеще-

ний  $a_g^2$  был рассчитан по интенсивности рассеяния на больших углах. На дифрактограммах всех исследованных образцов обнаружен диффузный максимум, соответствующий наличию ближнего порядка. Интенсивность и форма этого максимума существенно не меняются для исследованных сплавов Cu—Sn с изменением их концентрации.

Из данных рентгеновских измерений методом наименьших квадратов были рассчитаны параметры ближнего порядка на первых четырех координационных сферах и параметр статических линейных смещений  $a_g$ . Результаты расчета приведены в таблице.

Концентрация олова в ат. %	Параметры ближнего порядка				Статистические смещения	
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$a_g$	$a_g^2$
5,5	-0,08	0,3	0,1	-0,2	-0,7	0,5
6,6	-0,16	0,5	0,0 <sub>4</sub>	-0,1	-0,3	0,4
8	-0,16	0,3	0,0 <sub>4</sub>	-0,1	-0,7	0,3

Для всех сплавов обнаружен ближний порядок ( $\alpha_1 < 0$ ,  $\alpha_2 > 0$ ). Можно отметить возрастание  $|\alpha_1|$  с увеличением концентрации олова от 5,5 до 6,6 ат.% Sn. Значения модулей параметров ближнего порядка оказались больше, чем максимально возможные для данной концентрации, что указывает на возникновение областей, обогащенных и обедненных оловом [2, 3].

Для сплава Cu с 5,5 ат.% Sn нами были проведены дополнительные измерения интенсивности диффузного рассеяния после выдержки образца при комнатной температуре в течение 8 месяцев. Параметр ближнего порядка  $|\alpha_1|$  после такой выдержки возрос от 0,08 до 0,23, т. е. оказался даже большим, чем для сплава Cu с 8 ат.% Sn после его закалки и трехмесячной выдержки при комнатной температуре. Отсюда следует, что и при комнатной температуре протекает процесс восходящей диффузии [4, 5].

Возникновение значительных концентрационных неоднородностей приближает сплав к равновесию, так как по диаграмме состояния при комнатной температуре все исследованные сплавы должны быть двухфазными. В сплаве Cu—Sn должен быть значительным размерный эффект, что показывает его оценка из упругих постоянных ( $a_g \approx 0,37$ ). Из проведенных нами измерений параметр получился еще большим.

Результаты измерений теплоемкости подтверждают сделанные заключения. На кривой  $C_p(T)$  сплава Cu с 8 ат.% Sn, лежавшего после изготовления в течение 2,5 лет, наблюдается пологий горб с вершиной вблизи температуры 400°C. Это, по-видимому, соответствует рассасыванию концентрационных неоднородностей, возникших в процессе длительного выдерживания образца при комнатной температуре и разрушению ближнего порядка.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Минаев А. И. «Заводская лаборатория», № 4, 1967.
2. Кацнельсон А. А., Джаев П. Ш. «Изв. вузов», 10, 17, 1970.
3. Кацнельсон А. А. «Изв. вузов», 4, 23, 1971.
4. Конобеевский С. Т. ЖЭТФ, 13, 200, 1943.
5. Иверонова В. И., Кацнельсон А. А. «Физика металлов и металловедение», 24, 966, 1967.

Поступила в редакцию  
5.11 1974 г.

Кафедра  
физики  
твердого тела